

特開平10-180492

(43)公開日 平成10年(1998)7月7日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
B 3 0 B 11/00		B 3 0 B 11/00 C
B 2 2 F 3/035		B 2 2 F 3/02 C

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

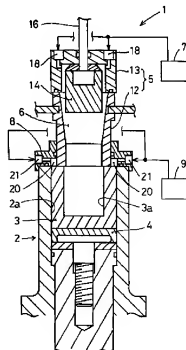
(21)出願番号	特願平8-347556	(71)出願人	000001199 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号
(22)出願日	平成8年(1996)12月26日	(72)発明者	若林 徳 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
		(72)発明者	真鍋 康夫 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
		(72)発明者	中島 和彦 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
		(74)代理人	弁理士 安田 敏雄

(54)【発明の名称】 粉末充填方法及び粉末充填装置

(57)【要約】

【課題】 粉末成形を行うに際し、粉末を成型型へ充填するうえで、高密度で且つ充填密度が均一の充填状態が得られるようにする。

【解決手段】 粉末を投入した成型型3の上部に有底円筒状をしたカバー体5を倒立状態で被せて、その内部に気密空間6を形成させる。そして、カバー体5に設けた圧力タッピング手段7を作動させ、気密空間6に対して、減圧と内圧開放とを高速サイクルで繰り返させるようにする。これにより、成型型3内の粉末にタッピング作用を生じさせ、高密度且つ充填密度均一の充填状態にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 成形型（3）内に所定量の粉末を投入し、次に該成形型（3）に面して所定量の気密空間（6）を形成させ、該気密空間（6）に対して減圧と内圧開放とを高速サイクルで繰り返すことを特徴とする粉末充填方法。

【請求項2】 減圧と内圧開放との交替処理を所定時間行なった後、成形型（3）へ向けてプッシャ（14）を進出させて、粉末充填面を成形型（3）上面に一致するように平坦に均すことを特徴とする請求項1記載の粉末充填方法。

【請求項3】 成形型（3）をゴム型とする場合であって、少なくとも減圧と内圧開放との交替処理の間、成形型（3）と該成形型（3）を嵌合保持する型ダイ（2）との間を減圧して成形型（3）を所定形状に矯正させることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の粉末充填方法。

【請求項4】 型ダイ（2）と、該型ダイ（2）に内嵌保持される成形型（3）と、型ダイ（2）内で成形型（3）を支持する下パンチ（4）と、型ダイ（2）内に保持された成形型（3）に対してその上部に結合又は離脱可能で結合時には成形型（3）に面した気密空間（6）を形成させるカバー体（5）とを有し、上記カバー体（5）には気密空間（6）に対して減圧と内圧開放とを高速サイクルで繰り返す圧力タッピング手段（7）が設けられていることを特徴とする粉末充填装置。

【請求項5】 前記カバー体（5）は、粉末の落下投入を案内するガイド筒部（12）と、該ガイド筒部（12）の上部を被蓋する蓋体部（13）とを有し、該蓋体部（13）には、ガイド筒部（12）を通過して成形型（3）までを進退可能となるプッシャ（14）が設けられていることを特徴とする請求項4記載の粉末充填装置。

【請求項6】 成形型（3）上部へカバー体（5）を結合した状態で該カバー体（5）まわりに対してシール補強棒（8）が設けられ、該シール補強棒（8）に対して型ダイ（2）の内周面と成形型（3）外周面との間を減圧可能な型矯正手段（9）が設けられることを特徴とする請求項4又は請求項5記載の粉末充填装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、金属粉末、セラミックス粉末等の流動性の悪い粉末を用いて成形品を得る場合に、金型やゴム型等の成形型へ粉末を迅速に、高密度で、しかも充填密度を均一に行えるようにした粉末充填方法及び粉末充填装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 粉末成形では、成形型内へ粉末を高密度、かつ均一密度で充填することが好適とされている。ゴム型を用いる等方成形は、長尺製品などにその特徴を

発揮するが、充填装置が課題であった。ところで、成形型内へ粉末を充填する方法としては、成形型が金型である場合に限って言うところ、すり切り法と呼ばれるものが最も一般的である。このすり切り法は、上下が開放された棒形体をした給粉ボックスに粉末を入れて、これを成形型上で往復動させ、給粉ボックスから成形型内へ粉末を落下供給し、粉末を均一密度で充填するといものである。

【0003】しかし、高密度に充填できないために、圧縮成形の変位が大きくなり、成形品の割れ、寸法精度低下などを引き起こしている。成形型がゴム型である場合、給粉ボックスとの通過接触によってゴム型が比較的短時間で磨耗する点や、粉末とゴム型との摺動抵抗が大きい点等が問題となっており、このすり切り法の採用は不適である。

【0004】そこで、このような場合には、すり切り法に代えてプッシャ押込み法、機械タッピング法、分割充填法、真空破壊法等の各種の粉末充填方法を採用することが検討されている。これらの粉末充填方法は、いずれも、成形型上にガイド筒を設けてこのガイド筒の上部から粉末の落下投入を行うところまで同じであり、その後に行う処理が、以下のように僅かに異なっている。

【0005】プッシャ押込み法では、粉末の落下投入後、ガイド筒内へプッシャを下降させ、このプッシャで粉末の充填面を平坦に押圧するというものである。機械タッピング法では、粉末の落下投入後、成形型に対して機械的な振動を伝達させるというものである。分割充填法は、充填深さがある場合に対して、プッシャ押込み法、即ち、粉末の落下投入とプッシャ押圧との組み合わせを、何回かに分けて繰り返すというものである。

【0006】真空破壊法では、粉末の落下投入後、ガイド筒を減圧してからその筒上部を開放して、ガイド筒内を一気に大気圧へ戻すようにするものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 プッシャ押込み法では、プッシャ押圧時に粉末内に含まれるガスを徹底且つ確実に排気するのが困難であるという欠点があり、これにより、装置側に設けた排気フィルターの目詰まりをはじめ、粉末内ガス排出時に発生する充填密度不均一に基づく成形品の寸法精度低下等を招来していた。

【0008】機械タッピング法には、装置が複雑且つ大型となる欠点があった。また、成形型を保持する型ダイに対して伝えた機械的振動が、ゴム型によって減衰してしまい、有効性が低下するという問題もあった。分割充填法は、プッシャ押込み法にみられる各種欠点を、それぞれについてある程度改善できる利点があるものの、粉末の充填に時間が分かち、分割操作コントロールが難しいという、新たな欠点があった。

【0009】真空破壊法は、大気圧への開放を瞬間的に行えるか否かが重要なカギになっているが、その反面、

これを満足させる条件ほど、充填粉末の不特定位置にガス抜けに伴う粉末かき下りが発生し、成形体にヒビ、カケ等の欠陥が生じ易いという問題があった。本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、成形型としてゴム型を用いるか否かに拘わらず、成形型に対する粉末の充填が迅速に、また高密度且つ充填密度均一で行えるようにした粉末充填方法及び粉末充填装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明では、上記目的を達成するために、次の技術的手段を講じた。即ち、本発明に係る粉末充填方法では、成形型内に所定量の粉末を投入した後、この成形型に対して、粉末の充填部を含めるようにして所定量の気密空間を形成させる。そして、この気密空間に対して減圧と内圧開放とを高速サイクルで繰り返すようにする。

【0011】このように減圧と内圧開放とを高速サイクルで繰り返すようにすると、プッシュ押込み法とは異なり、粉末内からガスを無理なく、確実に排気できるようにするので、このガス抜きを原因とする問題は生じない。しかも、分割充填法とは異なり、粉末の充填に時間がかり過ぎるということがない。また、大気圧への開放を一気且つ瞬間的に行う真空破壊法とは、内圧開放するときの圧力差が少ないので、成形品にガス抜けに伴う欠陥が生じるということもない。

【0012】更に、このような圧力的な変動を利用して粉末にタッピング作用を生じさせる方法であれば、機械タッピング法でゴム型内粉末に振動を伝える場合とは異なり、粉末に対して確実に振動の伝達が可能となる。なお、1サイクル中の各タッピング操作における減圧時の減圧速度や減圧速度、内圧開放速度、タッピング回数(減圧と内圧開放との交替回数)等は、粉末の流動特性や成形型における成形凹部の大きさ、形状等に応じて種々に変更可能なものである。

【0013】減圧と内圧開放との交替処理を所定時間行なった後に、成形型へ向けてプッシュを送出させて、粉末充填面を成形型上面に一致するように平坦に均すようにすると、成形体上面の表面粗度を向上させると共に、成形凹部の隅々まで粉末を確実に行きわたらせて成形体エッジの欠けを防止することができるようになるので、好適である。

【0014】本発明は、成形型がゴム型である場合に限定されるものではないが、ゴム型を用いる場合に限って、少なくとも減圧と内圧開放との交替処理の間、成形型とそのまわりの型ダイとの間を減圧して、成形型を所定形状に矯正させておくのが、成形品としての寸法精度を高めるうえで、一層、好適である。一方、本発明に係る粉末充填装置において、型ダイ内に保持された成形型に対してその上部に気密空間を形成させるためには、成形型上に必要に応じてカバー体を設けるようにする。

また、このカバー体には、減圧と内圧開放とを高速サイクルで繰り返す圧力タッピング手段を設けておく。

【0015】このような構成であれば、機械タッピング法の場合とは異なり、型ダイ、下パンチ、成形型に対して積極的に機械的振動を伝達させる必要がなく、しかも、これらに対する周辺構材に対して、振動の遮断構造を採用する必要もないので、構造的に簡潔且つ小型のもので済むという利点がある。カバー体は、粉末の落下投入を案内するガイド筒部と、このガイド筒部の上部を被蓋する蓋体部とを有するものにしておくと、粉末の投入時には、成形型又は型ダイに対して蓋体部だけを着脱するといったことが可能になる。従って、構造の簡潔化を一層進めることができる。なお、この場合、プッシュは、蓋体部に設けるようにしておけばよい。

【0016】成形型がゴム型であって、型ダイ内周面と成形型外周面との間を減圧して成形型を所定形状に矯正する場合、成形型上部へカバー体を結合した状態で、このカバー体まわりに対してシール補強棒を設けると共に、このシール補強棒に対して型ダイ内周面と成形型外周面との間を減圧可能な型矯正手段を設けるようにするのが、型ダイ自体に減圧のための通路構造を設けるのに比べ、減圧効果を高め、且つ構造を簡潔化するうえで好適である。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面に基いて本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明に係る粉末充填装置1を示したもので、この粉末充填装置1は、内部に仮想円柱形をした型入れ空間2aを有する型ダイ2と、この型ダイ2の型入れ空間2aに内嵌保持される成形型3と、型ダイ2内に設けられて上記成形型3を支持する下パンチ4と、型ダイ2内に成形型3が保持される場合に、この成形型3の上部へ被さるように設けられる倒立コップ状をしたカバー体5とを有している。

【0018】このカバー体5が成形型3の上部に設けられると、成形型3の上部には気密空間6が形成されることになる。このカバー体5には、圧力タッピング手段7が設けられている。また、この粉末充填装置1では、カバー体5が成形型3の上部に被さるようになおいて、このカバー体5まわりにシール補強棒8が設けられるようになっている。そして、このシール補強棒8には型矯正手段9が設けられている。

【0019】成形型3はゴム型とされている。この成形型3において、その外形は型ダイ2の型入れ空間2aに対応した円柱形をしているが、内部に形成される成形凹部3aは、例えば図3や図4に示すような成形品AやB等の、所望される外形に対応したものとされている。カバー体5は、下部側のガイド筒部12と、このガイド筒部12の上部を被蓋する蓋体部13とを有している。また、このカバー体5の蓋体部13の裏面(ガイド筒部12の内側)には、プッシュ14が設けられてい

る。

【0020】ガイド筒部12は、型ダイ2に対して成形型3を着脱又は清掃したり、成形型3から成形成品を取り出したりする場合に、型ダイ2及び成形型3に対して着脱する。また、蓋体部13は、ガイド筒部12を介して成形型3へ粉末を落下投入する場合等に、ガイド筒部12に対して着脱する。ガイド筒部12の内面には、粉末の落下投入を円滑に行わせるための下すばみテーパが設けられている。このガイド筒部12の外径は、成形型3の外径より小さく且つ成形凹部3aの内周面よりも外側となるように設定され、またガイド筒部12の内径は、成形凹部3aの内周面より内側へ入るように設定されている。そして、ガイド筒部12の下面と成形型3の上面との当接は、気密的に行うように、ガイド筒部12の下面にスポンジなどのシール材をはりつけている。

【0021】プッシャー14は、蓋体部13を貫通して設けられるプランジャー16に対して、その下端部に設けられるようになっている。プランジャー16は、適宜の昇降駆動機構（図示略）によって上下動可能とされているので、このプッシャー14は、ガイド筒部12内を通過して成形型3の上面までの間を進退可能になっている。

【0022】蓋体部13には、その上面部を介して内外に連通する通気路18が形成されている。この通気路18に対して、上記した圧力タッピング手段7がエア配管されている。通気路18は、蓋体部13の上面同一円周上に数箇所設けられており、気密空間6への減圧と内圧開放が均一瞬時にできるようにしている。圧力タッピング手段7は、減圧機や真空発生機等によって構成されたもので、カバー体5内に形成される気密空間6を減圧可能になっており、更に、上記通気路18に至る接続経路の適所に、減圧と気密空間6の内圧開放とを交互に高速で切り換えることができる切換弁（図示略）を備えている。

【0023】上記シール補強棒8は、カバー体5のガイド筒部12を気密的に包囲可能なリング形状をしたもので、外周寄りの下面が型ダイ2の上周面に気密的に結合可能となっている。従って、このシール補強棒8は、型ダイ2の上内周面と成形型3の上外周面との周隙回上に被さるようになる。また、このシール補強棒8には、下面側にカバー体5のガイド筒部12より径大な凹部が形成されており、この凹部が、ガイド筒部12の外周面との間で円環状をした減圧路20を形成するようになっている。この減圧路20は、上記した型ダイ2の上内周面と成形型3の上外周面との周隙回に対して連通関係を有することになる。

【0024】そしてまた、このシール補強棒8には、上記減圧路20を外周側へ導く通気路21が形成されている。この通気路21に対して、上記した型矯正手段9がエア配管されている。型矯正手段9は、減圧機や真空発生機等によって構成されている。従って、通気路21及

び減圧路20を介して、型ダイ2の内周面と成形型3の外周面との間を減圧できるようになっている。

【0025】図4に示したような中空形状を有した成形成品を得る場合には、図2に示すような粉末充填装置1を用いる。この粉末充填装置1では、型ダイ2内に設けられる下パンチ4に、成形型3内を貫通して立ち上がるマンドレル23が突設され、これに対してカバー体5に設けられるプッシャー14には、マンドレル23との干渉を避けるための下向き凹部24が形成されている。

【0026】次に、上記構成の粉末充填装置1を用いて成形型3内へ粉末を充填する方法を説明する。まず、型ダイ2に成形型3をセットし、その上部にカバー体5のガイド筒部12及びシール補強棒8を結合する。そして、型矯正手段9を作動させ、成形型3を型ダイ2の内形状に沿って成形させる。このときの、型矯正手段9による減圧度は、成形型3のゴム硬度や肉厚等にもよるが、減圧タッピング操作の最大減圧度より高めに設定する。

【0027】次に、ガイド筒部12の上部から成形型3へ向けて予め秤量した所定量の粉末を落下投入する。粉末は、成形型3の成形凹部3aを満たしたうえでガイド筒部12内まで積層されるようになる。なお、このときの粉末の積層状態としては、山盛り状となっても、また山頂部が傾いても、或いは扁平な状態になっていてもよい。また、粉末の積層高さは、所望する充填密度と粉末特性とによって支配されることになるが、ガイド筒部12の中間高さを超えないようにすることが必要である。

【0028】次に、ガイド筒部12の上部に蓋体部13を被せて固定し、成形型3に面した気密空間6を形成させる。そして、圧力タッピング手段7を作動させ、気密空間6に対して減圧と内圧開放とを高速サイクルで繰り返すようにする。タッピング初期を低い減圧度にし、順に高い減圧度でタッピングすることで、高密度充填が容易となる。

【0029】このようにすることで、ガイド筒部12の粉末が成形型3の上面近くまで落下し、粉末は、成形型3の成形凹部3a内の隅々に至るまで高密度で且つ充填密度が均一に充填されることになる。このときの減圧度や減圧速度、内圧開放速度とタッピング回数等は、粉末の流動特性や成形型3における成形凹部3aの大きさ、形状等に応じて種々に変更可能なものである。なお、粉末の流動特性は、粒子形状、粒径、粒度分布、流動助剤の有無とその添加量、粒子の真密度、表面吸着性等によって左右される。

【0030】傾向としては、高さ70mm程度の成形成品を製造する場合であって、粉末の粒径が10μm以下であるとする場合には、減圧度を30～45cmHgとし、1サイクル中のタッピング回数を3～20回の範囲で決定するのが好適である。なお、減圧度を大きくして

真空中近づければ近づけるほど、充填密度を高くすることができ、その反面、減圧時において、粉末の充填層中に層状の亀裂やガス抜き穴が発生し易くなる弊害がある。これを防ぐために順に減圧度を高くするなどの条件を採用するが、これが成形品としての欠陥や表面粗度の低下等を招来することになるので、注意を要する。

【0031】この減圧と内圧開放との交替処理を所定時間行った後は、プッシャ14を成形型3上面に一致するように下降させ、粉末充填部を押圧させて平らに均す。プッシャ14の下降は粉末流動性などの条件に応じて減圧下もしくは内圧開放下で行うかを選択する。その後、本格的に圧縮加工を行って成形品を得る。その後は、成形型3上からガイド筒部12を外して成形品を取り出し、この成形品を焼結等させればよい。

【0032】

【実施例】

	減圧度 (cmHg)	減圧時間 (秒)	タッピング 回数	成形品寸法 (mm)			判定
				上部	中部	下部	
1	20	0.4	10	47.9	47.2	46.2	上増大
2	35	0.4	10	47.5	47.1	46.6	
3	40	0.4	10	47.4	46.9	46.9	良
4	40	0.2	5	47.6	47.3	46.4	しわ有り
5	45	0.4	10	47.4	46.8	47.0	しわ大

【0035】この実験1では、減圧度を40cmHgとし、減圧時間を0.4秒間隔とし、1サイクル中のタッピング回数を10回としたとき(試番3)に、成形品Aの最大幅部寸法Wのパラツキが±0.3mmに入っており、最も好結果であった。この時、圧力開放の時間は、0.2秒であり、減圧タッピング操作に要した時間は合計6秒であった。

【0036】(実験2)図2に示す粉末充填装置1を用いて図4に示す円柱形をした成形品Bを製造した。成形型の内側断面面積は9.4cm²、高さは70mmである。粉末は、磁性材料向けの最大粒径5μmの金属粉末を用いた。

【0037】充填密度が33%になるように設定した

	減圧度 (cmHg)	減圧時間 (秒)	タッピング 回数	成形品寸法 (mm)			判定
				上部	中部	下部	
1	30	0.4	10	35.8	34.8	34.6	
2	35	0.2	10	35.5	34.9	34.7	
3	35	0.4	10	35.4	34.9	34.9	良
4	40	0.4	10	35.2	34.8	35.4	

【0039】この実験2では、減圧度を35cmHgとし、減圧時間を0.4秒間隔とし、1サイクル中のタッピング回数を10回としたとき(試番3)に、成形品Bの外径寸法Dのパラツキが±0.3mmに入っており、

(実験1)図1に示す粉末充填装置1を用いて図3に示す円柱形をした成形品Aを製造した。成形型の内側断面面積は11.3cm²、高さは70mmである。粉末は、磁性材料向けの最大粒径5μmの金属粉末を用いた。

【0033】充填密度が35%になるように設定したうえで、減圧度、サイクルタイム、及び1サイクル中のタッピング回数を表1に示すように種々に変更させて充填を行った。そして、その後、600kg/cm²の成形圧力で等方的に圧縮成形した。充填結果の良否判定は、成形品Aの最大幅部寸法Wを、上部位置、中部位置、下部位置の3か所で測定し、これを非圧縮状況下での成形型3の成形凹部3aにおける対応箇所寸法と比較する方法で行った。成形型3における対応箇所寸法は、上部も、中部も、下部も同一寸法であり、54.3mmであった。

【0034】

【表1】

えで、減圧度、サイクルタイム、及び1サイクル中のタッピング回数を表2に示すように種々に変更させて充填を行った。そして、その後、400kg/cm²の成形圧力で等方的に圧縮成形した。充填結果の良否判定は、成形品Bの外径寸法Dを、上部位置、中部位置、下部位置の3か所で測定し、これを非圧縮状況下での成形型3の成形凹部3aにおける対応箇所寸法と比較する方法で行った。成形型3における対応箇所寸法は、上部も、中部も、下部も同一寸法であり、40mmであった。また参考までに記載すると、マンドレル23の外径は20mmであった。

【0038】

【表2】

最も好結果であった。この実験2では、タッピング回数を10回に固定していることから、減圧度を大きくすればするほど、また減圧時間を長くすればするほど、粉末が下方へ移動するという考察が得られた。

【0040】ところで、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、成形型3はゴム型とすることが限定されるものではなく、金型とすることも可能である。金型の場合、高密度の粉末充填を可能にすることで成形時の圧縮量を少なく、密度分布を少なくできることに繋がり、焼結時の割れ、反り、変形等を防止できる利点が得られる。

【0041】成形型3の外形状を円柱状としている点等については何ら限定されるものではない。粉末の材質、成形後の処理、成形品としての形状は何ら限定されるものではない。

【0042】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明に係る粉末充填方法及び粉末充填装置では、粉末を投入した成形型に面して気密空間を形成させ、この気密空間に対して減圧と内圧開放とを高速サイクルで繰り返すようにしているので、粉末に対する振動伝達が確実且つ高効率で入、粉末中のガス抜きが無理なく入、これに伴う欠陥も生じない。

【0043】また、粉末の充填に要する時間は、従来、最も能率的とされる方法でも30秒を要していたのに対し、本発明では15秒以下に短縮することができるものであった。更に、充填後に得られる成形品の寸法精度は、従来、最も高精度とされる方法でもバラツキが±

1.0mm程度あったのに対し、本発明では±0.3mm以下に抑えることができるものであった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る粉末充填装置を示す正面断面図である。

【図2】中空形状の成形品を得る場合の粉末充填装置を示す正面断面図である。

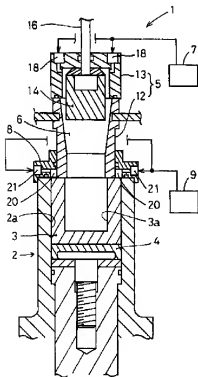
【図3】図1の粉末充填装置によって得られた成形品を示す斜視図である。

【図4】図2の粉末充填装置によって得られた成形品を示す斜視図である。

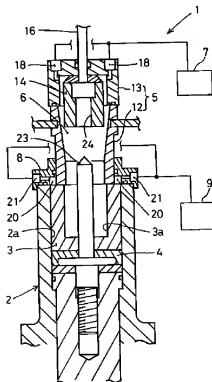
【符号の説明】

- 1 粉末充填装置
- 2 型ダイ
- 3 成形型
- 4 下パンチ
- 5 カバー体
- 6 気密空間
- 7 圧力タッピング手段
- 8 シール補強棒
- 9 型矯正手段
- 12 ガイド筒部
- 13 蓋体部
- 14 プッシャ

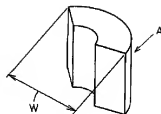
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

